

Aus der Chirurgischen Klinik der Universität Düsseldorf

(Direktoren: Prof. Dr. med. K.Kremer

Prof. Dr. med. W.Bircks)

Postoperative elektromagnetische Strömungsmessung an
femoro-poplitealen Saphenabypasstransplantaten -
unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses dreier
gefäßaktiver Substanzen auf die Bypassdurchströmung

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Stefan Ruf

1978

1979

Aus der Chirurgischen Klinik der Universität Düsseldorf

(Direktoren: Prof. Dr. med. K.Kremer

Prof. Dr. med. W.Bircks)

Postoperative elektromagnetische Strömungsmessung an
femoro-poplitealen Saphenabypasstransplantaten -
unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses dreier
gefäßaktiver Substanzen auf die Bypassdurchströmung

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Stefan Ruf

1978

Meinen Eltern gewidmet



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

gez.: Prof. Dr. H. Reinauer

Referent
gez.: Priv.-Doz. Dr. W. Sandmann

Korreferent
gez.: Prof. Dr. Dr. H. Koch

I N H A L T

1. Einleitung
2. Kurze Erläuterungen zur Methode der elektromagnetischen Flußmessung
3. Umfang der Messungen und deren Durchführung
4. Ergebnisse der Messungen
 - 4.1 Verhalten der Basalströmung
 - 4.2 Verhalten der Transplantatströmung, des arteriellen Systemdruckes und der Herzfrequenz nach Gabe dreier gefäßaktiver Substanzen
 - 4.2.1 Kurze Erläuterungen zu den Präparaten Dusodril®, Complamin®/Niconacid®, Eupaverin®
 - 4.2.2 Beschreibung des statistischen Vorgehens bei der Auswertung der Ergebnisse
 - 4.2.3 Darstellung der Veränderungen nach:
 - 4.2.3.1 Dusodril®
 - 4.2.3.2 Complamin®/Niconacid®
 - 4.2.3.3 Eupaverin®
5. Indikation für die Anwendung der elektromagnetischen Flußmessung
6. Diskussion
7. Zusammenfassung
8. Literaturverzeichnis
9. Anhang

1. Einleitung

Ziel dieser Arbeit war es zum einen, sich anhand von regelmäßig durchgeführten Flußmessungen nach dem elektromagnetischen Verfahren bei Patienten mit femoro-poplitealem Bypass ein Bild von dem Verhalten der Ruhedurchblutung in der frühen postoperativen Phase zu machen.

Zweitens sollten drei in Klinik und Praxis häufig angewendete Präparate bezüglich ihrer Wirkung auf die Durchströmung der rekonstruierten Gefäßstrecke untersucht werden.

Drittens sollte geprüft werden, ob die elektromagnetische Flußmessung als Erfolgskontrolle in der postoperativen Phase von klinischer Bedeutung ist.

Unsere Fragestellung lautete also:

- 1.) Welches Bild der Ruhedurchströmung erhalten wir in den ersten Tagen nach einem femoro-poplitealen Bypass?
- 2.) Ist durch einmalige intravenöse Injektion eines der ausgewählten Präparate eine Mehrdurchströmung des Transplantates zu erreichen?
- 3.) Wann sollte das elektromagnetische Verfahren angewendet werden, und zeigt es Vorteile im Hinblick auf die Diagnostik von Frühverschlüssen?

2. Kurze Erläuterungen zur Methode der elektromagnetischen Flußmessung

Die elektromagnetische Flußmessung basiert auf dem Gesetz von Faraday (1791 - 1867), welches aussagt, daß in einem Leiter, den man einem magnetischen Feld senkrecht zu den magnetischen Kraftlinien nähert, eine Spannung induziert wird. Diese Spannung ist proportional der magnetischen Feldstärke, dem Durchmesser des Leiters und dessen Geschwindigkeit. Dieses Gesetz wurde von Wetterer (1937) und Kolin (1936) als Induktionsgesetz für das Blutgefäß als Leiter II. Ordnung angewendet.

Hier ist anzumerken, daß der Schluß vom Metalldraht Faraday's zur Blutsäule Wetterer's einen kreisrunden Gefäßdurchschnitt voraussetzt, den wir jedoch nicht immer vorfinden. So ist in atherosklerotischen Gefäßabschnitten nur ein unregelmäßiges Lumen gegeben und eine Bestimmung von Absolutwerten in diesem Fall sinnlos.

Bei der elektromagnetischen Flußmessung werden sogenannte Strömungsaufnehmer verwendet, die um das zu untersuchende Gefäß gelegt werden. Die Elektroden müssen einwandfreien Kontakt zur Gefäßwand haben, was fabrikatorisch durch die Bereitstellung verschiedenster Größen berücksichtigt wird.

Um Veränderungen des Strömungssignales in Abhängigkeit von der Art des Erregerstromes für den Elektromagneten auszu-schalten, benutzt man heute anstelle des sinusförmigen

Wechselstromes Rechteckwechselströme mit hoher Frequenz, die eine Überlagerung von Strömungssignal mit phasengleichem Störungssignal unmöglich machen.

Bei der elektromagnetischen Flußmessung ist einmal zu beachten, daß eine gute Erdung aller in der Umgebung des Patienten befindlichen Geräte bzw. deren Betriebspause notwendig ist, um eine Überlagerung des Meßfeldes zu umgehen und Störsignale zu vermeiden.

Zweitens ist dafür zu sorgen, daß die verwandten Elektroden immer wieder gereinigt werden. Denn durch den Kontakt mit der Gewebsflüssigkeit kommt es zu Oxydationsvorgängen an den Elektroden, was zu einer Störung des Magnetfeldes führt und sich damit der Forderung nach einem uniformen homogenen Magnetfeld entgegenstellt.

Da der elektrische Widerstand eines Gefäßes nur mühsam zu errechnen ist, und bei länger dauernden Messungen durch starke Wärmeentwicklung eine Nullpunktinkonstanz verursacht wird, muß vor und während einer Messung eine Eichung vorgenommen werden. "Magnetisch 0" wird durch das Ausschalten des Elektromagneten, "Mechanisch 0" durch Wiedereinschalten desselben und durch Abklemmen des Gefäßes oberhalb der Meßstelle erhalten. Gleichzeitig wird auf dem Schreiber durch das Ein- und Ausschalten des Elektromagneten der Meßbereich zwischen 0-Linie und Full-Scale eingestellt.

3. Umfang der Messungen und deren Durchführung

Im Zeitraum von Anfang März 1976 bis Oktober 1977 wurde bei 50 Patienten bis zu vier Tagen ein Strömungsaufnehmer um die Transplantatvene belassen. Bei allen Patienten wurde bereits intraoperativ eine Funktionskontrolle vorgenommen, und zwar wurde die Basal- sowie die Mehrdurchströmung nach Injektion eines Vasodilatans in das Venentransplantat gemessen. Die Wahl aus den drei zur Anwendung kommenden Medikamenten wurde randomisiert vorgenommen.

Postoperativ mußte in 8 Fällen der Strömungsaufnehmer vorzeitig entfernt werden, da sich dieser versehentlich vom Bypass gelöst hatte. In 12 Fällen wurde der Erfolg der Rekonstruktion durch das Auftreten kräftiger Fußpulse am OP-Tag bestätigt und der Flußaufnehmer spätestens am Tage nach der Operation entfernt.

An den verbliebenen 30 kompletten Fällen- zuzüglich von 5 Fällen, bei denen der Strömungsaufnehmer erst gegen Ende der Meßreihe funktionsuntüchtig wurde - untersuchten wir die in der Einleitung erwähnten Fragestellungen.

Zu der Funktionskontrolle intraoperativ wurden postoperativ am OP-Tag selbst, am ersten und zweiten Tag, meist auch am dritten postoperativen Tag eine Kontrolle der Transplantatdurchströmung mit Hilfe des EMF Nycotron⁺ durchgeführt.

⁺Firma Nycotron, Oslo, Norwegen

War die Ruhedurchströmung registriert und aufgezeichnet, wurde das bereits intraoperativ angewandte Vasodilatans i.V. gegeben. Der Fluß wurde mit einem Mehrkanalschreiber pulsatil und als Mittelfluß fortlaufend innerhalb der nächsten 30 Minuten aufgezeichnet. Ein Nullabgleich wurde vor der Medikamentengabe und auch während der folgenden halben Stunde mehrmals vorgenommen, um die durch einen möglichen "Zero-Drift" auftretenden Abweichungen zu vermeiden.

Als weitere Parameter neben dem Fluß (ml/min) berücksichtigten wir den systolischen und diastolischen Blutdruck - gemessen nach Riva-Rocci - und die Herzfrequenz.

Diese Parameter wurden in Ruhe d.h. vor Medikamentengabe gemessen und nach der Injektion in den ersten 5 Minuten jede Minute, anschließend alle 5 Minuten registriert, so daß wir ein Bild über den arteriellen Druck außerhalb des Rekonstruktionsbereichs sowie über die Herzfrequenz vor und nach Medikamentengabe erhielten. Eine blutige Druckmessung durch Radialispunktion wurde wegen ihrer Unverhältnismäßigkeit für eine wissenschaftliche Untersuchung nicht durchgeführt.

War allerdings bei der Vorbereitung zur Operation bei Risikopatienten zur besseren Überwachung die A.radialis zur blutigen Druckmessung punktiert worden, so wurde diese postoperativ bis zum 2. postoperativen Tag ebenfalls verwendet.

Allgemein ist zu bemerken, daß in keinem Fall durch den Strömungsaufnehmer - der über eine Hautinzision , welche zur Entnahme der Vena Saphena magna benutzt worden war, herausgeleitet wurde - eine Wundinfektion auftrat.

Schwierigkeiten traten nur dann auf, wenn der Strömungsaufnehmer aufgrund von abrupten Bewegungen des Patienten aus seiner Lage um das Transplantat entfernt und somit eine Messung unmöglich wurde. Bei den zuletzt durchgeführten Messungen erreichten wir durch eine Redon-Manschette, die das Kabel des Strömungsaufnehmers in Höhe der Hautinzision umgab und mit wenigen Nähten fixiert wurde, einen besseren Halt des Flußaufnehmers. Auch wurde damit gleichzeitig das Erdungskabel, das ab und zu ebenfalls Schwierigkeiten verursachte, in der richtigen Position gehalten.

Wichtig für eine reibungslose Durchführung der Messung ist also auch die Schmerzfreiheit des Patienten, die ein Ruhigstellen des betroffenen Beines eher ermöglicht.

Ist eine gute Analgesie erreicht, so lassen sich die Nullabgleiche leichter durchführen, und störende Muskelpotentiale treten kaum auf.

4. Ergebnisse der Messungen

4.1. Verhalten der Basalströmung

Um sich ein Bild von der Ruhedurchströmung (Basalströmung) in den ersten Tagen nach einem femoro-poplitealen Bypass machen zu können, haben wir - mit den OP-Werten beginnend - die zu den jeweiligen Meßtagen gehörigen Meßwerte gemittelt und als kennzeichnende statistische Größe den mittleren Fehler = $\frac{\text{Standardabweichung}}{\sqrt{n}}$ verwendet.

Das Ergebnis wird durch Abbildung 1 verdeutlicht. Auf der Ordinate finden wir die Strömung ml/min und auf der Abszisse den zeitlichen Verlauf. Ganz deutlich zu sehen ist das Maximum der Transplantatruhedurchströmung am 1. postoperativen Tag, das im Mittel 30 ml über der Durchströmung an den anderen Tagen liegt.

Nun ist bei diesem Ergebnis zu berücksichtigen, daß es sich hier um Mittelwerte handelt, die vom Einzelfall aus gesehen nicht immer zutreffen. So ist es durchaus nicht selten, daß das Maximum der postrekonstruktiven Durchblutung am 2. postoperativen Tag erreicht wird.

Die Tendenz - und das ist die Aussage, die wir hier treffen wollen - geht zu einem Maximum der Ruhedurchströmung am 1., spätestens zum 2. postoperativen Tag. Interessant ist weiterhin, daß die Ruhedurchströmung am 3. Tag die im OP gemessene Durchströmung nicht unterschreitet, sondern wir vom 2. Tag ein Niveau erhalten, das über dem operativen Mittel liegt.

Ruhedurch-
strömung

ml/min

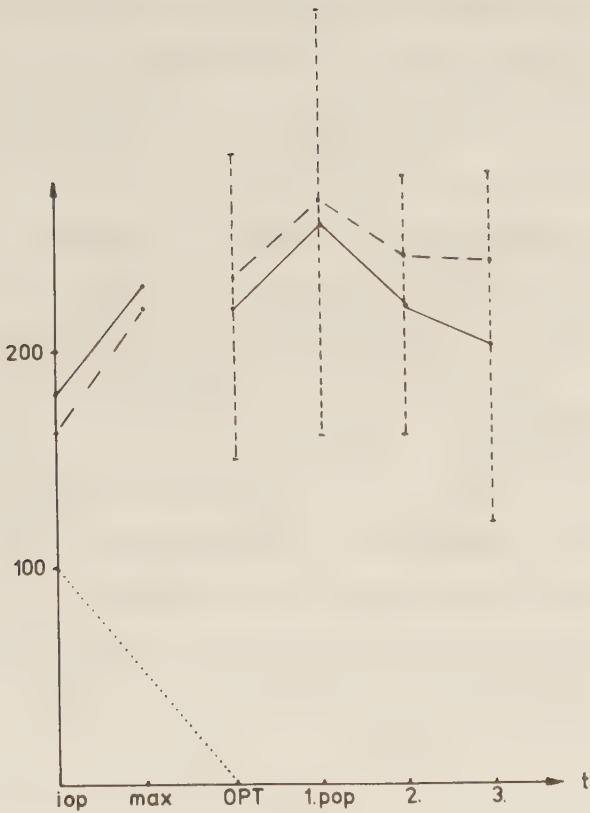


Abb. 1

Verhalten der intraop. und postop. Ruhedurchströmung (Basalströmung) bis zum 3.postop. Tag (intraop.zusätzlich Maximalfluß nach Vasodilatansgabe). Für die intraop. Messung sind die Mittelwerte, für die postop.Messung außerdem der mittlere Fehler angegeben.

- Sofortverschlüsse
- Frühverschlüsse
- fcts.tüchtige Transplantate

Bei den aus unserer Patientengruppe von 35 Fällen funktions-
tüchtig gebliebenen 30 Transplantaten ist zu erwähnen, daß
deren Ruhedurchströmung am 1. Tag deutlich über der maxi-
malen Durchströmung intraoperativ nach Gabe eines Vasodila-
tans liegt.

Bei 3 Patienten mit Verschuß des Transplantates innerhalb
des stationären Aufenthaltes (Frühverschlüsse) konnte keine
Tendenz der Minderdurchblutung innerhalb der untersuchten
postoperativen Phase beobachtet werden, sondern sie zeigten
einen ähnlichen Ruheflußverlauf wie die Patienten mit funk-
tionstüchtigen Saphena-Transplantaten. Bei 2 Patienten war
zwar am OP-Tag intraoperativ eine Basalströmung meßbar,
welche verhältnismäßig niedriger war, aber nicht den bekann-
ten kritischen Wert von 60 ml unterschritt. Bei der post-
operativen Messung am Nachmittag konnte kein Fluß mehr ge-
messen werden - Diagnose : Sofortverschuß.

4.2 Verhalten der Transplantatströmung, des arteriellen Systemdruckes und der Herzfrequenz nach Gabe dreier gefäßaktiver Substanzen

4.2.1 Kurze Erläuterungen zu den Präparaten

Dusodril[®], Complamin[®]/Niconacid[®], Eupaverin[®]

Auf den folgenden Seiten sollen die von uns gemessenen
Ergebnisse nach der Gabe von drei gefäßaktiven Substan-
zen beschrieben werden, die zur Erzielung einer Mehrdurch-
blutung im rekonstruierten Gefäßabschnitt intravenös
gegeben wurden.

Es handelt sich um die Präparate:

<u>Handelsname</u>	<u>generic name</u>	<u>Wirkungsort</u>
Dusodril ¹	Naftidrofuryl	muskulotrop
Complamin ²	Xantinol-nikonitat	] muskulotrop? Kapillargebiet?
Niconacid ³	Acid.nicotinic.	
Eupaverin ⁴	Papaverin	muskulotrop

-
- 1 Firma Lipha, Essen
 - 2 Firma Wülfig, Neuss
 - 3 Firma Wander, Frankfurt a.M.
 - 4 Firma Merck, Darmstadt

Die Dosierung der Medikamente wurde auf das Gewicht der Patienten abgestimmt; bei Dusodril[®] und Eupaverin[®] betrug die Dosis 0,05 mg/kg Körpergewicht, bei Complamin[®]/Niconacid[®] das Zehnfache mit 0,5 mg/kg.

Die Ergebnisse der Präparate Complamin[®] und Niconacid[®] wurden - da es sich in beiden Fällen um Nikotinsäure-derivate handelt - bei der Auswertung zusammengefaßt.

4.2.2 Beschreibung des statistischen Vorgehens bei der Auswertung der Ergebnisse

Zunächst wurde bei der Interpretation der Ergebnisse auf statistische Größen wie den Mittelwert und den mittleren Fehler zurückgegriffen. Diese sollten primär einen Überblick über das Verhalten der Ruhedurchströmung im Saphenatransplantat über mehrere Tage hinweg geben und die Veränderungen der untersuchten Parameter nach Medikamentengabe beschreiben.

Desweiteren bemühten wir uns anhand von statistischen Testverfahren, die sich abzeichnenden Tendenzen bei der Überprüfung der Medikamentenwirksamkeit auf ihre Signifikanz zu testen.

Da nicht bekannt war, welcher Verteilung die gemessenen Parameter genügen, sind verteilungsfreie Test- (und Schätz-) verfahren angewendet worden. Diese haben neben der generellen Unabhängigkeit vom zugrundeliegenden Verteilungstyp den Vorteil, relativ robust gegenüber Meßungenauigkeiten zu sein.

Da die Möglichkeit bestand, daß Parameterwerte und Behandlungseffekte an den Untersuchungstagen (OP-Tag, 1., 2. und 3. postoperativer Tag) unterschiedlich ausfallen könnten, war eine getrennte Auswertung der Daten nach Untersuchungstagen angezeigt. Für jeden Untersuchungstag war demnach zu prüfen, ob sich die gemessenen Parameterwerte nach Gabe des Medikamentes signifikant veränderten.

Für den Lokationsvergleich verbundener Stichproben eignet sich die Friedmann'sche Rangvarianzanalyse (8/11) und das darauf aufbauende multiple Vergleichsverfahren. Für den multiplen Vergleich wurde zusätzlich auch das Verfahren nach Wilcoxon und Wilcox (8/11) herangezogen. Auf der Basis des letzteren Verfahrens lassen sich auch Schätzgrößen für die Lokationsunterschiede zwischen den Werten ableiten.

Die zu prüfende Nullhypothese beim Friedmann Test besagt, daß keine Veränderungen nach Gabe des Medikamentes eingetreten sind. Die Verteilungen zeigen zu den verschiedenen Zeitpunkten keine Unterschiede hinsichtlich der Lokation gegenüber dem Ruhewert. Eine Ablehnung der Nullhypothese bedeutet, daß der Behandlungseffekt zumindest für einen Zeitpunkt statistisch gesichert ist - diese Aussage ist recht global.

Mit Hilfe des multiplen Testverfahrens kann überprüft werden, zu welchem Zeitpunkt signifikante Abweichungen gegenüber den Ausgangswerten eingetreten sind. Nullhypothese heißt in diesem Fall, daß die Verteilung der Werte zu einem bestimmten Meßzeitpunkt sich von der Verteilung der Ausgangswerte nicht unterscheidet, wobei hier lediglich Lokationsunterschiede (Verteilungsverschiebungen), nicht aber Streuungsunterschiede geprüft werden.

4.2.3 Darstellung der Veränderungen nach:

4.2.3.1 Dusodril®

Im folgenden soll anhand von graphischen Darstellungen das Flußverhalten nach Gabe von Dusodril® erläutert werden.

Zunächst wird rein deskriptiv auf die Ergebnisse eingegangen, besonders soll der Mittelwert als Leitgröße für eine Tendenzbeschreibung herangezogen werden. Zur besseren Übersicht über die Ergebnisse und als Ergänzung zum Mittelwert ist zusätzlich der mittlere Fehler aufgetragen.

Auf der Ordinate finden wir die Strömungswerte ml/min, auf der Abszisse die Meßzeitpunkte vom Ruhewert bis zum 30 Min.-Wert. So erhalten wir 3 Kurven, die das Flußverhalten postoperativ darstellen. Der 3. Tag muß hier unberücksichtigt bleiben, da nur geringe Fallzahlen für den 3.Tag eine allgemeine Aussage unmöglich machen.

Betrachtet man die graphischen Darstellungen des Flußverhaltens nach Dusodril® (Abb. 2,3,4), so fällt als erstes auf, daß keine oder nur eine sehr geringe Flußsteigerung erzielt wurde, sondern im Gegenteil ein Abfall der Durchströmung vorlag.

Die gemittelten Flußmaxima am 1. und 2. postoperativen Tag überschreiten nur minimal den Ruhewert und liegen mit nicht einmal 10 ml Mehrdurchblutung sicherlich im Rahmen des Meßfehlerbereichs. Am OP-Tag selbst wird der Ruhewert sogar zu keinem Meßzeitpunkt überschritten, sondern der Fluß fällt

Fluß
ml/min

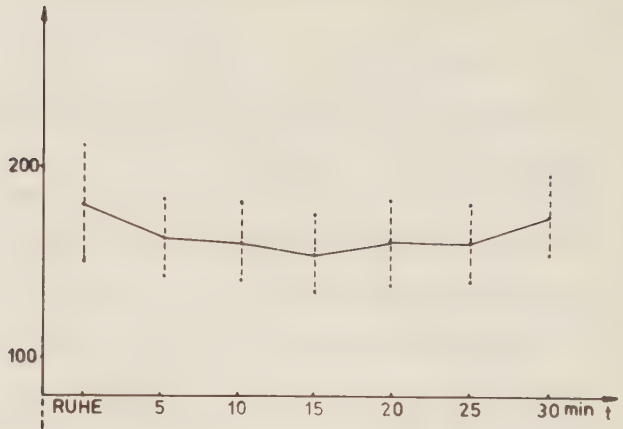


Abb. 2

Fluß
ml/min

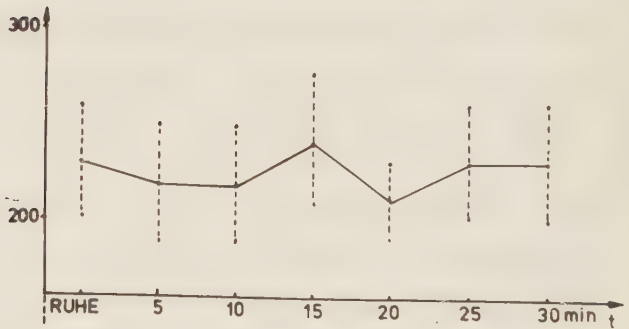


Abb. 3

Flußverhalten nach Gabe von Dusodril® -

postoperative Messung und 1.postoperativer Tag

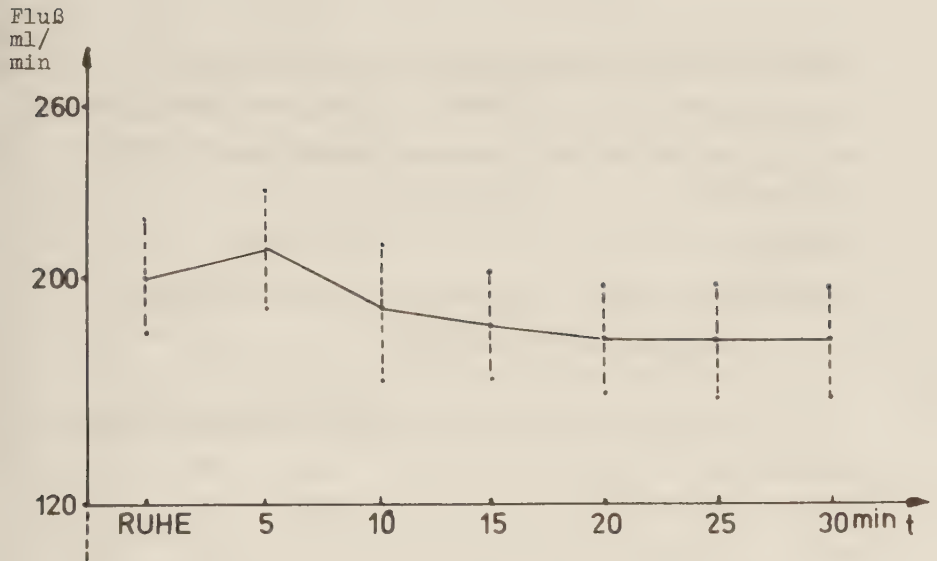


Abb. 4 Flußverlauf nach Dusodrilgabe - 2.postop.Tag

deutlich ab.

In wie weit Volumenmangel, Herzinsuffizienz und Dilatation anderer Gefäßgebiete dabei eine Rolle spielten, kann durch unsere Untersuchung nicht gesagt werden.

Weiterhin werden durch nachfolgende Tabelle als Beispiel die deskriptiven Werte der 1. postoperativen Messung nach Dusodril[•] herausgegriffen, um das Vorgehen bei der Auswertung näher zu erläutern. So finden wir dort den (der Übersicht halber) nicht in der Graphik eingezeichneten sog. Median, der immer dann ein genaueres Bild als der Mittelwert liefert,

wenn "Ausreißer" - extrem hohe oder niedrige Meßwerte - zur untersuchten Gruppe gehören. Hier in dieser Gruppe unterstreicht der Median die aufgezeigte Tendenz des Flußabfalls nach Dusodril®.

Tabelle:

Deskriptive Statistik - Transplantatdurchströmung nach Dusodril®, postoperative Messung

	Ruhe	5.Min.	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Minimum	90	90	70	60	60	70	90
Maximum	350	275	250	275	275	250	250
Median	150	140	130	125	125	140	175
Mittel	180	164	160	153	160	160	174
StdAbw.	86	65	62	72	73	60	60

(Beispiel für die Auswertung - deskriptive Statistik)

Sehen wir uns die Meßwerte unter dem Aspekt der Signifikanz an. Finden wir ein deutliches Abweichen von der H_0 - Hypothese - also nach der Gabe von Dusodril® findet kein Flußanstieg statt - oder wird die Alternativhypothese H_A - also eine signifikante Änderung des Flusses nach oben oder nach unten - durch die vorliegenden Testverfahren bestätigt? Weder beim Friedmann'schen Rangsummentest, noch beim Test nach Wilcoxon und Wilcoxon läßt sich eine signifikante Aussage treffen, d.h. die H_0 -Hypothese, der Fluß erfährt nach Dusodril® keine signifikante Änderung, wird untermauert.

Die bei der deskriptiven Statistik vorgefundene Tendenz des Strömungsabfalls nach Dusodril[®] schlägt sich in den Ergebnissen der Tests insofern nieder, als wir bei den sog. adjustierten Delta-Schätzwerten, die eine Aussage über die Differenz vom Ruhewert zu den Werten der einzelnen Meßzeitpunkte (5.Min., 10.Min. ...) treffen, teilweise negative Werte erhalten, d.h. der Betrag der Ruhedurchströmung die Beträge der Durchströmung nach Dusodril[®] zu einzelnen Meßzeitpunkten sogar übersteigt.

Tabelle:

Adjustierte Delta-Schätzwerte nach Dusodril[®] - postop.Messung..
(Aussage über den Ruhewert im Vergleich zu den Werten zu einzelnen Meßzeitpunkten ...5., 10. , 15. ..Min.)

	Post-Op	1.Tag	2.Tag
	Ruhe	Ruhe	Ruhe
5.Min.	- 15,18	- 8,93	7,50
10.Min.	- 19,29	- 9,29	0,00
15.Min.	- 23,04	- 5,71	- 5,00
20.Min.	- 16,96	- 3,93	- 5,00
25.Min.	- 15,00	- 0,36	- 10,00
30.Min.	- 3,04	- 0,71	- 10,00

Die negativen Werte deuten einen Flußabfall nach Dusodril[®] an.

An dieser Stelle ist zu bedenken, daß anhand des Friedmann'-schen Rangsummentests und des Tests nach Wilcoxon und Wilcox an keinem Meßtag signifikante Werte nachgewiesen werden.

Eine Aussage über den Flußabfall nach Dusodril[•] kann demnach nur eine Tendenz darstellen, nicht aber eine absolute Feststellung sein.

Diese Tendenz des Flußabfalls wird bestätigt, faßt man die Ergebnisse aller Patienten nach Dusodrilgabe ohne Differenzierung nach Meßtagen zusammen.

Tabelle:

Fluß	Ruhe	5.Min.	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
ml/min	199	196	191	195	188	192	190

(Die aufgeführten Werte geben den Mittelwert wieder.)

Wir sehen, daß die gemittelten Werte einen Kurvenverlauf beschreiben, dessen Gipfel beim Ruhewert selbst liegt, danach ist nur noch ein Flußabfall festzustellen.

Ebenfalls außerhalb einer signifikanten Aussage bewegen sich die Ergebnisse bei der Untersuchung der Blutdruck- und Herzfrequenzergebnisse nach Dusodril[•].

Zwar zeigen die Mittelwerte sowohl Abweichungen nach oben wie auch nach unten vom Ruhewert an, jedoch handelt es sich nur um geringe Differenzen, (siehe Anhang) . So weisen die Werte des diastolischen Drucks beispielsweise postoperativ und am 2.Tag Anstiege auf, dafür am 1.Tag nach der Operation

einen leichten Abfall. Der systolische Druck verhält sich insgesamt ansteigend, allerdings sind die Abweichungen numerisch mit höchstens 6 mm/Hg gering und liegen im Fehlerbereich einer unblutigen Blutdruckmessung.

Die gemittelten Werte der Herzfrequenz lassen ebenfalls keine Eindeutigkeit der Richtung erkennen, postoperativ und am 2.Tag ist ein Anstieg, am 1.Tag ein Abfall zu verzeichnen. (siehe Anhang)

Zusammenfassend kann man feststellen, daß wir deskriptiv und mit Hilfe von Rangsummentests die Aussage treffen können, daß Blutdruck und Herzfrequenz nach Dusodril® weder eindeutige Steigerung noch eindeutigen Abfall erfahren.

4.2.3.2 Complamin®/Niconacid®

Befassen wir uns zunächst mit der deskriptiven Statistik, um tendenziell den Einfluß von Complamin®/Niconacid® auf die Bypassdurchströmung beschreiben zu können.

Nachfolgend sind die Flußkurven der einzelnen Meßtage mit Mittelwert und mittlerem Fehler aufgezeichnet. (Abb. 5,6,7,8)

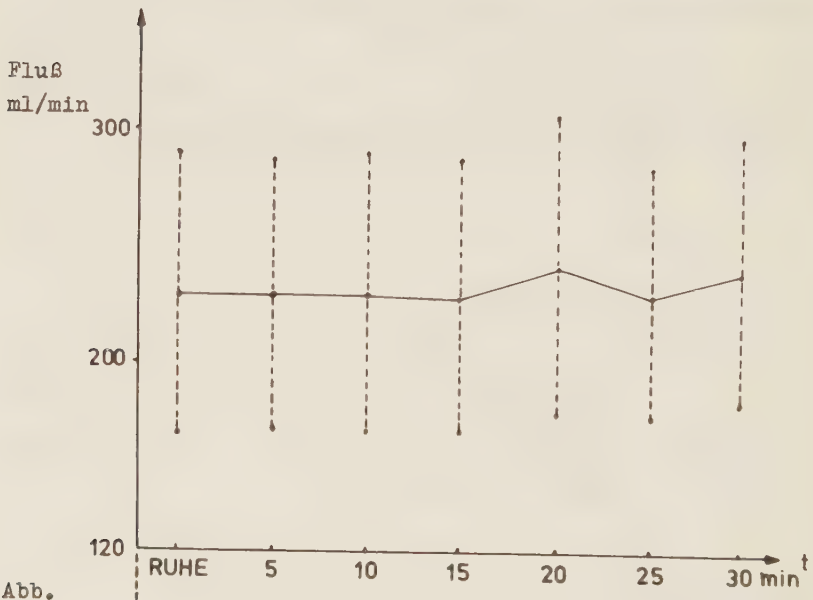


Abb.

5

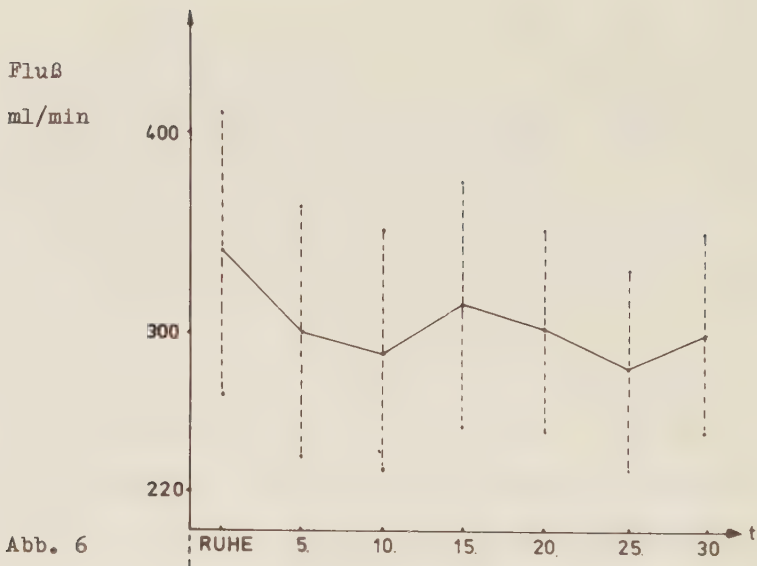
Flußverlauf nach Gabe von Complamin®/Niconacid® - postop.

Messung

In der 1.postoperativen Messung weist der Mittelwert eine geringe Tendenz zum Flußanstieg auf; dieser Anstieg um 15ml (20 Min.-Wert) liegt jedoch im Meßfehlerbereich. Am 1. und 3.Tag ist kein Anstieg nach Complamin®/Niconacid® aus den gemittelten Werten abzulesen, im Gegenteil - ein Flußabfall bis zu 50 ml (25.Min.-1.Tag) kann konstatiert werden.

Der 2. postoperative Tag fällt deutlich aus diesem Rahmen! Hier finden wir einen Strömungsanstieg bis zu 70 ml (20 Min.-Wert). Eine Möglichkeit der Erklärung für diesen Flußanstieg besteht darin, den bereits im Kapitel "Ruheflußverhalten" aufgeführten Einfluß des Schmerzes auf die Transplantatdurchströmung heranzuziehen. Gerade 2 Patienten dieser Meßgruppe, die die größten "Flußsprünge" aufwiesen - Patient Nr. 7 von 250 auf 500 ml, Patient Nr. 8 von 450 auf 600 ml - zeigten sich besonders schmerzempfindlich zum 2.postoperativen Tag (Dosis an Carbosthesin war vermindert). Erschwert wurde dadurch einmal ein exakter Nullabgleich, zum anderen senkten die starken Schmerzsensationen zu Beginn der Messung den Ruhefluß. Erst im weiteren Verlauf erreichten wir durch erhöhte Dosis von Carbosthesin nahezu Schmerzfreiheit und damit ein genaueres Bild der Durchströmung.

Auf einer datenumfassenden Darstellung der Strömungsentwicklung nach Complamin®/Niconacid® - alle Flußwerte wurden unabhängig vom Meßtag nur nach Meßzeitpunkt gemittelt - zeigt sich keine entscheidende Tendenz.



Flußverlauf nach Complamin[®]/Niconacid[®] - 1.postop. Tag

Tabelle:

Fluß nach Complamin[®]/Niconacid[®] - alle Meßdaten zusammen-
gefaßt

Fluß	Ruhe	5.	10.	15.	20.	25.	30.	Minute
ml/min	266	260	254	270	273	257	264	

Mittelwerte

Sowohl Flußabfall (5.Min., 10.Min.) wie auch Flußanstieg (15.Min., 20.Min.) sind zu erkennen, jedoch entfernen sich beide Abweichungen nur unwesentlich vom Ruhewert.

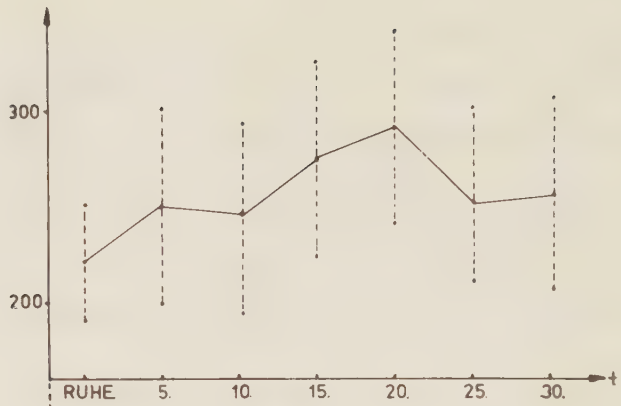
Bestätigt wird diese Aussage durch die Auswertung des Friedmann'schen Rangsummentests und des Tests nach Wilcoxon und Wilcox. Diese weisen wie bei Dusodril® keinerlei Signifikanz für eine Flußsteigerung nach Complamin®/Niconacid® auf.

Dem approximal-kritischen Wert für den Kontrollvergleich von 50,0 und dem Wert für die Überschreitungswahrscheinlichkeit für einzelne Tests von 1,00 (als Grenzwerte für die Signifikanz) kommen die Ergebnisse der postoperativen Messung am 1.Tag am nächsten mit 49,0 (20.Min.) und 0,99 (5., 20. und 25.Min.). Eine Tendenz des Flußabfalls postoperativ - durch die deskriptiven Werte bereits beschrieben - wird dadurch untermauert. Der Flußanstieg am 2.Tag liegt aufgrund der Rangtests durchaus im Bereich eines zufälligen Ergebnisses: nicht einmal annähernd können die Grenzwerte für eine signifikante Flußsteigerung erreicht werden.

Zusammenfassend kann man demnach sagen, daß zwar deskriptiv unterschiedliche Tendenzen nach Complamin®/Niconacid® auftreten - einmal Anstieg der Transplantatdurchströmung geringgradig während der 1.postoperativen Messung, auffallender zum 2.postoperativen Tag, zum anderen Abfall des Flusses am 1. und 3.Tag.

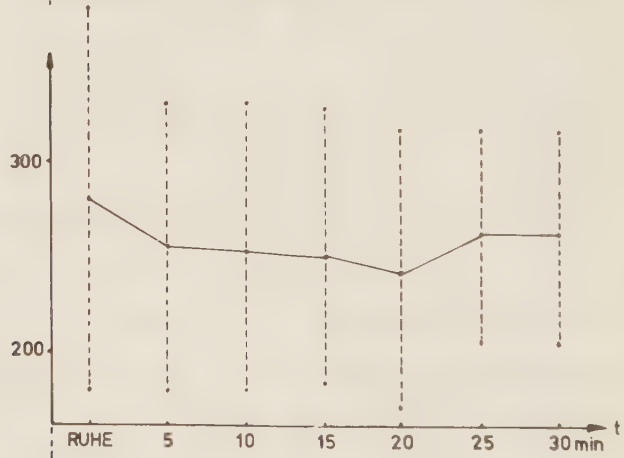
Fluß
ml/min

Abb. 7



Fluß
ml/min

Abb. 8



Flußverlauf nach Complamin®/Niconacid® - 2. und 3. post-
operativer Tag

Aber statistisch kann weder die eine noch die andere Tendenz erhärtet werden; es ist keine signifikante Flußänderung nach Complamin®/Niconacid® festzustellen.

Bei der Untersuchung der weiteren Parameter lassen sich deskriptiv folgende Abweichungen vom Ruhewert abgrenzen: Sowohl der systolische wie auch der diastolische Druck erfahren einen Abfall nach Gabe von Complamin®/Niconacid® und folgen damit der Tendenz des Strömungsverhaltens. (siehe Anhang)

Der 5 Min.-Wert der 1.postoperativen Messung zeigt als einziger beim Wilcoxon und Wilcox Test einen signifikanten diastolischen Druckabfall. Systolisch finden wir keine signifikanten Ergebnisse vor. Die gemittelten Werte der Herzfrequenz weisen an allen Meßtagen einen Anstieg auf; signifikant nach den Rangsummentests sind am 2. postoperativen Tag der 5 Min.-Wert und am 3. Tag der 10 Min.-Wert erhöht. - Die Ergebnisse zusammengefaßt:

Systolischer und diastolischer Druck lassen wie der Fluß nach Complamin®/Niconacid® eine abfallende Tendenz erkennen, während die Herzfrequenz ansteigt.

4.2.3.3 Eupaverin®

Das Papaverinpräparat Eupaverin® soll mit Absicht als dritte gefäßaktive Substanz beschrieben werden, da wir hier - im Gegensatz zu den vorher erwähnten Medikamenten - von der beschreibenden Statistik aus betrachtet an allen Meßtagen einen Flußanstieg vorfinden. (Abb. 9,10,11,12)

Am 1. postoperativen Tag (Abb. 10) nimmt die Kurve der Mittelwerte einen Verlauf, der durch kräftigen Anstieg um 20 ml nach 5 Minuten, desweiteren durch einen leichten Abfall der Strömung gekennzeichnet wird. Nach 30 Minuten liegt der Mittelwert 8 ml unter dem Ruheflußwert.

An den übrigen Tagen überschreitet der Betrag der Transplantatdurchströmung 30 Minuten nach Eupaveringabe den Ruhewert deutlich, am 3.Tag durchschnittlich um 30 ml . Bis auf den 20, 25, 30 Min.-Wert des 3.Tages bewegen sich diese Flußanstiege im Zufallsbereich, da nur dort durch die Rangsummentests eine Signifikanz bewiesen wird.

Allerdings ist an dieser Stelle zu bemerken, daß die Fallzahl am 3.Tag niedriger liegt und somit die Beweiskraft für eine signifikante Aussage verringert wird.

Faßt man die Durchschnittswerte nach Eupaveringabe unabhängig vom Meßtag zusammen, so ist die eben beschriebene Tendenz zum Flußanstieg zu erkennen. Besonders in der 5.,10. und 30.Min. wird ein höheres Niveau erreicht, daß mit höchstens 13 ml keinesfalls deutlich ausfällt.

Fluß
ml/min

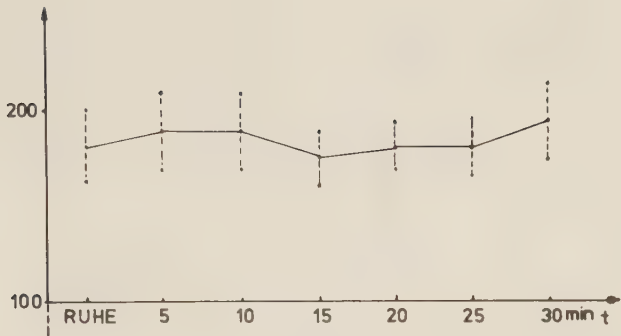


Abb. 9

Fluß
ml/min

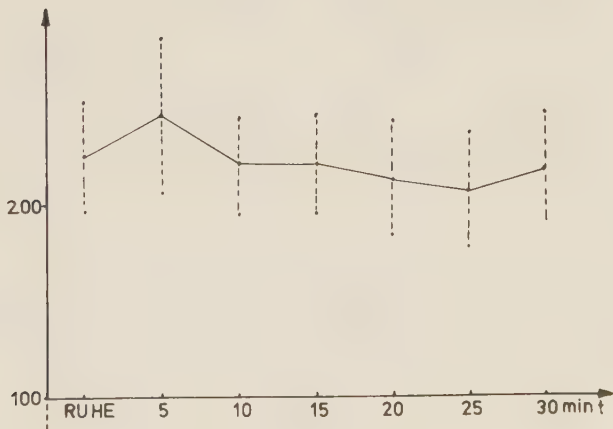


Abb. 10

Flußverlauf nach Eupaveriingabe - postop. Messung und
1. postop. Tag

Fluß
ml/min

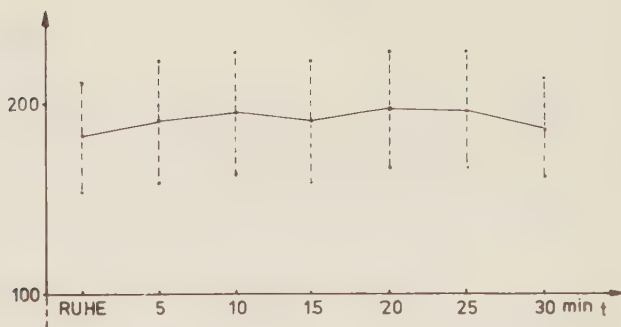


Abb. 11

Fluß
ml/min

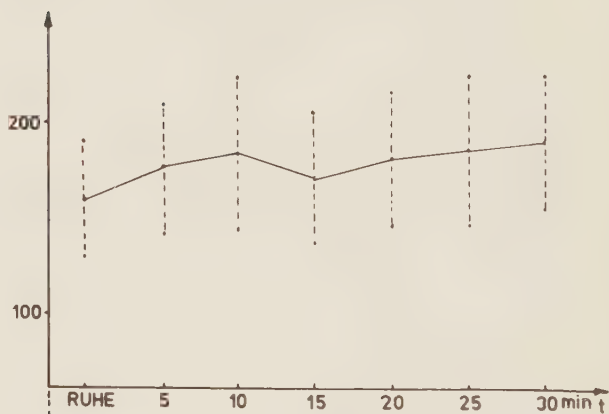


Abb. 12

Flußverlauf nach Eupaverin® - 2. und 3. postop. Tag

Tabelle:

Fluß nach Eupaverin[•] - alle Meßdaten zusammengefaßt

Fluß	Ruhe	5.	10.	15.	20.	25.	30.	Minute
ml/min	191	204	198	192	194	192.5	198.5	

Mittelwerte

Im Vergleich zu den Diagrammen bei Dusodril[•] und Complamin[•]/Niconacid[•] wird aber ein merklich positiverer Verlauf der Mittelwerte dargestellt: zu keinem Meßzeitpunkt wird der Ruhewert unterschritten.

Betrachten wir desweiteren den Druckverlauf nach Eupaverin[•] und die Einwirkung des Medikamentes auf die Herzfrequenz. (siehe Anhang)

Eupaverin[•] senkte bei unseren Messungen den systolischen Druck am 1. und 2. postoperativen Tag durchschnittlich um etwa 5mm/Hg, den diastolischen am 1., 2., 3.Tag um 3-5 mm/Hg. Der systolische Druck ist am OP-Tag und am 3.Tag, der diastolische Druck am OP-Tag leicht erhöht.

Die Mittelwerte der Herzfrequenz schwanken gering um den Ruhewert, aber nicht einmal tendenziell kann hier eine Abweichung beschrieben werden.

Insgesamt ist zu bemerken, daß weder Druck- noch Herzfrequenzwerte nach Durchlaufen der Rangsummentests eine signifikante Änderung des Ruhewertes nach Eupaverin[•] aufweisen.

5. Indikation für die Anwendung der elektromagnetischen Flußmessung

Die elektromagnetische Flußmessung erfordert einen erheblichen apparativen Aufwand und ist auch aufgrund der zeitlichen Beanspruchung eine aufwendige Kontrollmethode.

Nicht immer ist es leicht, einen exakten Nullabgleich zu erreichen, nicht immer bleibt eine Messung von technischen Schwierigkeiten verschont. Bis schließlich ein konstanter Flußverlauf aufgezeichnet werden kann, ist in einigen Fällen eine ausgedehnte Warmlauf- und Einstellungsphase erforderlich. Nicht vergessen werden darf die antiseptische Pflege der Kabelaustrittsstelle.

Intraoperativ kann das elektromagnetische Verfahren sicherlich als Routinemethode durchgeführt werden, während es postoperativ nur bei zweifelhaftem Operationserfolg bzw. kritischer Rekonstruktion - um ggf. bei der Revision noch durch eine alternative Rekonstruktion die arterielle Extremitätenversorgung zu sichern - eine brauchbare Kontrollmethode darstellt.

Wie sich bei den in unserer Meßgruppe auftretenden 2 Frühverschlüssen zeigte, wird postoperativ durch ein kontinuierliches Absinken der Ruhedurchströmung oder durch einen Strömungsstillstand der Frühverschluß bereits angezeigt, und so kann durch rechtzeitige Reintervention ein letztlich befriedigendes Operationsergebnis erzielt werden. Auch

am OP-Tag selbst kann durch eine postoperative Funktionskontrolle gleich der Erfolg der Bypassoperation überprüft werden, denn nicht immer ist ein warmes Bein ausreichender Garant für eine genügende Durchströmung des Transplantates.- Umgekehrt ist das Fehlen peripherer Pulse unmittelbar nach Rekonstruktion kein absolut sicheres Zeichen für einen Mißerfolg der Rekonstruktion, da infolge Vasokonstriktion, Volumenmangel, Herzinsuffizienz o.ä. manchmal erst nach 24 Stunden peripherer Puls tastbar wird.

Nach unseren Erfahrungen kann der Strömungsaufnehmer bis zu 4 Tagen nach der Operation belassen werden, sollte jedoch möglichst nicht in die Nähe einer Anastomose und schon gar nicht bei Kunststoffgefäßersatz plaziert werden. Außerdem empfiehlt sich diese postoperative hämodynamische Kontrolle in den Fällen, bei denen aufgrund des präoperativen Angiogramms postoperativ nicht mit dem Auftreten distaler Pulse zu rechnen ist (z.B. Bypassanschluß im isolierten Poplitealsegment). Proximale Dialyse-Shunts können ebenfalls postoperativ auf ihr Kurzschlußvolumen überprüft werden.

6. Diskussion

Die hämodynamische Kontrolle des Operationsergebnisses an Arterien ohne Beeinflussung der Strömung wurde durch die Entwicklung der elektromagnetischen Strömungsmessung (EMF) unabhängig voneinander 1936 von Kolin und 1937 von Wetterer möglich. Jedoch wurde diese Methode erst Jahrzehnte später klinisch auch angewendet, denn erst durch den elektrotechnischen Fortschritt war es gelungen, die elektromagnetische Flußmessung routinemäßig einzusetzen. Skandinavische und amerikanische Chirurgen bemühten sich besonders um die Einführung der elektromagnetischen Strömungsmessung in die klinische Gefäßchirurgie. (Übersicht bei Capellen) (2)

Signifikante Stenosen der Einstrom- und der Ausstrombahn sowie in operierten Arterienabschnitten werden durch die EMF erkannt und ein Wiederverschluß sicher diagnostiziert. Hingegen stellt diese Methode entsprechend der Druck-Fluß-Querschnitts-Beziehung nur eine mäßig sensible Qualitätskontrolle dar.

Untersuchungen am Beispiel des femoro-poplitealen Saphena-Bypass haben gezeigt, daß trotz intraoperativ gemessener ausreichender Transplantatdurchströmung in 7% der Fälle ein Frühverschluß auftrat. (17)

Um in solchen Fällen eine sichere Überwachung zu gewährleisten, kann die elektromagnetische Flußmessung postoperativ eingesetzt werden. Erste Erfahrungen werden uns aus der

Herzchirurgie von Asknes und Mitarbeiter (1) mitgeteilt. Weitere Untersuchungen mit implantierten Strömungsaufnehmern wurden von Renwick und Mitarbeitern (12), Hall (7), Cronestrand und Ekeström (4) nach Arterienoperationen durchgeführt.

Cronestrand zeigte anhand von 31 Patienten, bei denen Gefäßrekonstruktionen an den Extremitäten vorgenommen wurden, daß "blood flow measurement" als sofortige Kontrolle für den Chirurgen eine notwendige Hilfe darstellt. Je früher ein Verschuß diagnostiziert wurde, desto besser waren die Operationserfolge bei der Revision.

Aus plethysmographischen Untersuchungen von T.Hallböök und aus elektromagnetischen Flußmessungen von Cronestrand und Ekeström (4) (Strömungsaufnehmer bis zu 4 Tagen postoperativ belassen) geht das Verhalten der Stromstärke bis zu 4 Wochen postoperativ hervor. Von daher ist bekannt, daß bis zum 2.postoperativen Tag ein Maximum der Transplantatdurchströmung erreicht wird, anschließend der Fluß bis auf einen Wert, der geringfügig über dem intraoperativ gemessenen liegt, abfällt.

Wie unter Punkt 4.1 beschrieben, haben unsere eigenen Untersuchungen ein Maximum der postrekonstruktiven Hyperämie zwischen 1. und 2. postoperativen Tag ermittelt, welches mit dem Vollbild des postischämischen Ödems zusammenfällt. Hall (7), Cronestrand und Ekeström (4) stellten eine lineare Beziehung zwischen der intraoperativ mit einem Vasodilatans

erzeugten Mehrdurchströmung und maximalen Stromstärkenzunahme während postoperativer Beinarbeit fest.

Sandmann (20) wies dagegen eher einen Zusammenhang zwischen intraoperativ mit Papaverin erzeugter Mehrdurchströmung des Venentransplantats und dem Maximum der postoperativen Ruhedurchströmung in den funktionstüchtig gebliebenen Transplantaten auf.

Möglicherweise handelt es sich hier um einen Einfluß der Analgesie-Methode auf die Durchströmung im Venentransplantat in der frühen postoperativen Phase. Wie in einer früheren Arbeit beschrieben, ist bei der Periduralanaesthesie infolge der Sympathikolyse das HZV erhöht und infolgedessen die Transplantatdurchströmung deutlich höher als bei der Verwendung von Morphinderivaten.(17)

Unsere Ergebnisse können keine Korrelation zwischen dem Maximum der Transplantatdurchströmung intraoperativ nach Gabe eines Vasodilatans und dem Maximum der postrekonstruktiven Hyperämie aufzeigen. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, daß neben Papaverin auch weitere Vasodilantien injiziert wurden, die nicht denselben Effekt wie Papaverin erzielen. So liegt der OP-max. Wert deutlich unter dem Ruheflußwert am 1.postoperativen Tag und überschreitet nur unwesentlich die Ruhedurchströmung beispielsweise am 2.Tag. Rickards et al. (13) dagegen erhielten bei 4 Patienten mit Saphena-Bypass, bei denen der Strömungsaufnehmer bis zu 5 Tagen postoperativ liegenblieb, Ergebnisse, die nur gering-

füßige Differenzen zwischen intraoperativ und postoperativ gemessenem Fluß aufwiesen.

Voraussetzungen für unsere postoperativen Messungen war einmal konstantes und ausreichendes Blutvolumen, zum anderen wurde möglichst Schmerzfreiheit angestrebt, um den peripheren Widerstand zu senken.

Aus intraoperativen Untersuchungen an aorto-femorale Transplantaten, die in Leitungsanaesthesie implantiert wurden, ist bekannt, daß diese eine wesentlich höhere Transplantatdurchströmung aufwiesen als solche, bei denen der Bypass in Neurolept- oder Halothannarkose implantiert worden war. (18)

Aus der gleichzeitigen Registrierung des Herzzeitvolumens ergab sich, daß Patienten in Leitungsanaesthesie ein gesteigertes Herzzeitvolumen zeigten, an welchem die durch Sympathikolyse weitgestellte Gefäßperipherie des Beckens und der Beine den unverhältnismäßig größeren Anteil hatte. Diese Beobachtungen finden wir auch bei Kövamees und Mitarbeitern.

(9). Auch postoperativ konnten diese Tendenzen durch Sandmann (20) bestätigt werden, so daß das Verfahren der kontinuierlichen Epiduralblockade wegen der höheren Ruhedurchströmung weitere Vorteile zeigt.

Untersuchungen über die Wirkung gefäßaktiver Substanzen vor und nach Rekonstruktion arteriosklerotisch veränderter Gefäße liegen uns schon seit geraumer Zeit und in größerem Umfang vor. So berichten beispielsweise einige Autoren (Shenkin, 1951; Gottstein, 1962; Meyer et.al.; Regli et.al.,

1971; in Anlehnung an Ekeström) (6) über die Einflüsse von Papaverin auf den cerebralen Kreislauf.

A.F.Rickards et.al. (13) untersuchte den Einfluß von Nitroglycerin und Practolol auf die Durchströmung von Saphenatransplantaten bei 4 Patienten bis zu 5 Tagen postoperativ. Er erhielt nach direkter Injektion in das Transplantat von Nitroglycerin eine Flußzunahme, nach Practolol eine Abnahme der Durchströmung.

Uns interessierte nun besonders die Durchströmungsänderung im Saphenatransplantat nach intravenöser Injektion von Duso-dril[®], Complamin[®]/Niconacid[®] und Eupaverin[®], sowie deren Wirkung auf Kreislaufgrößen wie den systolischen und diastolischen Druck und die Herzfrequenz.

Wir versuchten, unsere Ergebnisse nicht nur durch gebräuchliche statistische Größen wie Mittelwert und mittlere Abweichung darzustellen, sondern auch durch Signifikanz beweisende Rangsummentests zu erhärten.

Die Resultate dieser Tests bestätigten nur den Eindruck, den man in der Düsseldorfer Chirurgischen Klinik im Laufe mehrerer Jahre von der Wirksamkeit dieser sowohl in Prophylaxe als auch in der postoperativen Therapie eingesetzten Medikamente gewonnen hatte. Bei systemischer, hier intravenöser Applikation traten nur vereinzelt Flußanstiege im Vergleich zum Ruhewert (Kontrollwert) auf. Lediglich das Papaverinderivat Eupaverin[®] zeigte eine signifikante Steigerung der Transplantatdurchströmung am 3.Tag, während die

anderen Präparate nur im Zufallsbereich liegende Mehrdurchströmung -häufig sogar Minderdurchblutung- zur Folge hatten. Eine Erklärung für diesen unerwünschten Effekt der Minderdurchströmung läge in der allgemeinen Vasodilatation, die bewirkt, daß weniger Blutvolumen für das betroffene Gebiet zur Verfügung steht.

Ekeström (6) bestätigt die von uns gefundenen Ergebnisse teilweise in einer Untersuchung über die Einwirkung von Complamin® und Papaverin auf die Durchströmung der Carotis interna nach Gefäßrekonstruktionen bei 17 Patienten. Er beschreibt einen signifikanten Flußabfall nach Complamin® und ebenfalls nach Papaverin; den Abfall nach Papaverin können wir nicht bestätigen.

Korrelierende Resultate mit der Untersuchung von Ekeström bestehen bei dem Blutdruckverhalten nach Complamin®: er konnte wie wir einen deutlichen -teilweise signifikanten- Blutdruckabfall beobachten.

Unsere Ergebnisse zeigten, daß die untersuchten Medikamente nur selten den gewünschten Effekt der Mehrdurchströmung des Saphenatransplantates erzielten. Nur das Präparat Eupaverin® wäre nach unseren Erfahrungen bedingt für die postoperative Therapie nach femoro-poplitealen Saphena-Bypässen zu empfehlen.

7. Zusammenfassung

Bei 35 Patienten mit femoro-poplitealem Venenbypass wurde mit Hilfe der elektromagnetischen Flußmessung das Strömungsverhalten in Ruhe und nach Injektion dreier gefäßaktiver Substanzen postoperativ untersucht. Wir beließen bis zu 4 Tagen den Strömungsaufnehmer; es traten keine Infektionen auf.

Anhand von Meßergebnissen bei diesen Patienten konnten wir eine zunehmende Ruhedurchströmung der funktionstüchtig gebliebenen Transplantate bis zum 1. oder 2. postoperativen Tag feststellen. Das Maximum dieser postrekonstruktiven Hyperämie lag über dem Ausmaß der durch intraoperative, intraarterielle Injektion von Papaverin erzeugten Flußzunahme. Allgemein wurde bei Patienten mit Leitungsanaesthesie eine höhere Transplantatdurchströmung gemessen als bei Verwendung von Morphinanalgetika.

Durch die Strömungsmessung erkannten wir bei 2 Patienten rechtzeitig Frühverschlüsse und konnten diese erfolgreich beseitigen.

Die injizierten Vasodilantien zeigten insgesamt gesehen nur geringe Einflüsse auf das Fluß-, Druck- und Pulsverhalten. Eine Tendenz zum Flußanstieg wiesen die Meßergebnisse vereinzelt für Dusodril[®] und Complamin[®]/Niconacid[®] auf, nach Gabe des Medikamentes Eupaverin[®] war diese Tendenz der Mehrdurchströmung an allen postoperativen Tagen zu vermerken.

Dagegen verursachten Dusodril® und Complamin®/Niconacid® größtenteils sogar eine Verminderung der Transplantatdurchströmung.

Statistisch erhärterter signifikanter Flußanstieg konnte nur nach Eupaverin® am 3.postoperativen Tag konstatiert werden. Signifikante Veränderungen des Blutdruckes und der Herzfrequenz wurden generell nicht beobachtet; nur nach Complamin®/Niconacid® war mit Hilfe der Mittelwerte eine Tendenz zum Druckabfall und zum Pulsfrequenzanstieg festzustellen.

8. Literaturverzeichnis

1. ASKNES, E.G., C.CAPPELEN jr., K.V.HALL:
Cardiac output and regional (femoral) blood flow in the early postoperative period after heart surgery.
Acta Chir.Scand.Suppl. 357 (1966) 299
2. CAPPELEN, C. jr.:
New findings in blood flowmetry.
Universitetsforlaget, Oslo, (1968)
3. CAPPELEN, C. jr., K.V.HALL:
The great saphenous vein used in situ as an arterial shunt after vein valve extirpation.
An evaluation of its properties of conducting blood by the use of an electromagnetic square wave flometer.
Acta Chir.Scand. 128 (1964) 517
4. CRONESTRAND, R., St.EKESTRÖM:
Blood flow after peripheral reconstruction.
Scand.J.Cardiovasc.Surg. 4 (1970) 159
5. CRONESTRAND, R., St.EKESTRÖM, G.HAMBRAEUS:
Per- and postoperative flow measurements after femoral-popliteal arterial reconstructions.
Scand.J.Thor.Cardiovasc.Surg. 2 (1968) 128-132
6. EKESTRÖM, St., H.SAMNEGARD:
Influence of Xantinoli Nicotans (Complamin^o) and papaverine upon internal carotid artery blood flow after arterial reconstruction.
Scand.J.Thor.Cardiovasc.Surg. 11 (1977) 51-55

7. HALL, K.V.:
Postoperative blood flow measurement in man by the use
of implanted electromagnetic probes.
Scand.J.Cardiovasc.Surg. 3 (1969) 135
8. HOLLANDER, M., D.A.WOLFE:
Non parametric statistical methods.
John Wiley & Sons, New York, London, Sidney, Toronto
(1973)
9. KÖVAMEES, A., B.LÖFSTRÖM, G.Mc.CARTHY, S.ASCHBERG:
Continous lumbar sympathetic blocks used to increase
regional blood flow after peripheral vascular recon-
struction.
Abstr.XXIII Congr.Eur.Cardiovasc.Surg., Universitets-
forlaget Trykningsentral, Oslo, (1974)
10. KOLIN, A.:
An electromagnetic flowmeter. Principle of the method
and its application to blood flow measurement.
Proc.Soc.exp.Biol. 35 (1936) 53
11. LIENERT, G.A.:
Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik.
Band I, Verlag Anton Hayn, Meisenheim am Glan (1973)
12. RENWICK, S., J.I.GABE, J.D.SHILLINGSFORD, P.MARTIN:
Blood flow after reconstructive arterial surgery mea-
sured by implanted electromagnetic flow probes.
Surgery 64 (1968) 544

13. RICKARDS, A.F., B.T. WILLIAMS, J.E.C. WRIGHT AND R. BALCON:
Postoperative measurement of blood flow in saphenous
vein bypass grafts.
Brit. Heart J. 36 (1974) 1039
14. SAKO, Y.:
Papaverine test in peripheral arterial disease.
Surgical Forum, Chicago: American college of surgeons 17
(1966) 141-143
15. SANDMANN, W., K. KREMER, S. KOVACICEK:
Intraoperative Funktionskontrolle des femoro-popli-
tealen Saphena-Bypass.
VASA 3 (1974) 404
16. SANDMANN, W., K. KREMER, D.A. LOOSE:
Beitrag zur Hämodynamik des klappentragenden und klap-
penlosen femoro-poplitealen Saphena-Bypass.
Herz/Kreislauf 7 (1975) 237
17. SANDMANN, W., H.J. WÜST, K. KREMER, D.A. LOOSE, S. KOVACICEK:
Zur Bedeutung quantitativer Strömungsmessungen an re-
konstruierten Arterien für die klinische Gefäßchirurgie.
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 339 (1975) 702
18. SANDMANN, W., K. KREMER, G. FLORACK, S. KOVACICEK, H.J. WÜST:
Das Verhalten der Blutströmung in rekonstruierten
Arterien in Abhängigkeit von Gefäßperipherie und
Narkoseverfahren.
In: J. Navratil und F. Helmer: Kongreßbericht 16. Tag
Oesterreich. Ges. Chir., Wien 550 (1975) 543

19. SANDMANN, W., K. KREMER, F. KLEINSCHMIDT, D. GÜNTHER:
Lymphabflußstörungen nach Arterien-Operationen am Bein.
Chirg 47 (1976) 198
20. SANDMANN, W., K. KREMER, H. J. WÜST, G. FLORACK, St. RUF:
Funktionskontrolle von rekonstruierten Arterien durch
postoperative Strömungsmessung.
Thor. Chir. 25 (1977) 427-434
21. SANTOS, DOS. C.:
Peroperative control in vascular reconstruction.
Symposium. Vortrag und Diskussionsbemerkung XXIII Congr.
Eur. Soc., Cardiovasc. Surg. Universitetsforlaget
Trykningsentral, Oslo, (1974)
22. WAIBEL, P., M. RIST:
Elektromagnetische Flußmessung bei Arterienoperationen.
In: Bollinger, A., Brunner, U.: Meßmethoden bei arteriellen
Durchblutungsstörungen, Hans Huber, Bern (1971)
23. WETTERER, E.:
Eine neue Methode zur Registrierung der Blutströmungs-
geschwindigkeit am uneröffneten Gefäß.
Z. Biol. 98 (1937) 26
24. WÜST, H. J., W. SANDMANN, G. FLORACK, H. LENNARTZ:
Kreislaufveränderungen während und nach aorto-femorale
Bypassoperationen unter kontinuierlicher Epidural-
anaesthetie.
Langenb. Arch. Klin. Chir. 342 (1976) 594

25. ZUMFELDE, L., W. SANDMANN, A. KRIAN, P. RUMPF:
Arterio-arterieller Bypass - ein alternativer Gefäß-
zugang bei Hämodialyse-Shunt-Komplikationen.
Vortrag. 118. Tag Nordwestdeutscher Chirurgen,
Hamburg (1976)

9. Anhang

Druck systolisch nach Dusodril®

postoperative Messung

	<u>Ruhe</u>	<u>1.Min.</u>	<u>2.Min.</u>	<u>3.Min.</u>	<u>4.Min.</u>	<u>5.Min.</u>
Mittelwert	155.13	155.00	152.50	156.25	154.38	154.38
Standardabweichung	24.23	21.88	19.82	22.16	22.11	21.78

	<u>10.Min.</u>	<u>15.Min.</u>	<u>20.Min.</u>	<u>25.Min.</u>	<u>30.Min.</u>
Mittelwert	156.13	155.25	152.13	153.38	157.88
Standardabweichung	21.48	20.25	19.69	16.94	22.56

1.postoperativer Tag

	<u>Ruhe</u>	<u>1.Min.</u>	<u>2.Min.</u>	<u>3.Min.</u>	<u>4.Min.</u>	<u>5.Min.</u>
Mittelwert	145.40	147.30	148.10	146.40	146.80	146.10
Standardabweichung	26.92	19.74	19.26	19.60	23.57	23.76

	<u>10.Min.</u>	<u>15.Min.</u>	<u>20.Min.</u>	<u>25.Min.</u>	<u>30.Min.</u>
Mittelwert	151.60	146.60	147.10	147.50	147.80
Standardabweichung	25.03	21.60	26.26	27.00	26.99

2.postoperativer Tag

	<u>Ruhe</u>	<u>1.Min.</u>	<u>2.Min.</u>	<u>3.Min.</u>	<u>4.Min.</u>	<u>5.Min.</u>
Mittelwert	138.00	142.78	143.78	142.67	141.22	142.56
Standardabweichung	12.64	17.19	17.54	20.99	18.64	18.13

	<u>10.Min.</u>	<u>15.Min.</u>	<u>20.Min.</u>	<u>25.Min.</u>	<u>30.Min.</u>
Mittelwert	140.44	140.22	143.56	142.44	143.44
Standardabweichung	13.06	17.39	21.47	18.43	18.55

3.postoperativer Tag

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	175.00	180.00	195.00	192.50	192.50	182.50
Standardabweichung	21.21	14.14	35.36	24.75	24.75	24.75

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	170.00	180.00	180.00	165.00	170.00
Standardabweichung	0.00	14.14	14.14	7.07	14.14

Druck systolisch nach Complamin®/Niconacid®

postoperative Messung

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	126.88	126.25	117.50	112.50	109.38	108.13
Standardabweichung	36.64	33.89	33.38	31.40	31.67	32.29

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	107.50	103.13	105.63	111.88	113.75
Standardabweichung	28.54	30.11	26.65	26.58	28.38

1.postoperativer Tag

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	142.00	143.20	143.50	137.80	137.30	134.50
Standardabweichung	25.41	20.98	23.58	23.68	24.03	24.43

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	132.50	135.00	135.80	136.30	137.00
Standardabweichung	21.11	24.38	22.55	23.55	24.40

2.postoperativer Tag

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	130.00	131.67	131.67	128.33	127.22	125.56
Standardabweichung	26.10	25.12	25.86	22.36	21.95	23.91

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	122.78	123.33	125.00	129.78	129.44
Standardabweichung	18.22	21.79	21.21	23.57	17.76

3.postoperativer Tag

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	134.17	135.83	135.00	130.00	130.00	124.17
Standardabweichung	24.58	22.23	20.74	20.74	16.43	13.20

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	129.17	127.50	129.17	129.17	133.33
Standardabweichung	19.08	19.43	21.78	25.38	24.22

Druck systolisch nach Eupaverin®

postoperative Messung

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	155.00	152.56	157.56	160.67	159.78	161.67
Standardabweichung	29.37	27.32	32.67	35.59	36.65	36.83

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	157.22	158.89	156.78	158.78	159.78
Standardabweichung	30.43	33.98	39.43	37.18	37.37

1.postoperativer Tag

	<u>Ruhe</u>	<u>1.Min.</u>	<u>2.Min.</u>	<u>3.Min.</u>	<u>4.Min.</u>	<u>5.Min.</u>
Mittelwert	161.11	158.33	158.67	160.89	158.56	155.11
Standardabweichung	31.70	31.12	34.13	36.79	34.44	35.37

	<u>10.Min.</u>	<u>15.Min.</u>	<u>20.Min.</u>	<u>25.Min.</u>	<u>30.Min.</u>
Mittelwert	157.78	159.00	157.78	158.33	158.22
Standardabweichung	34.20	31.80	31.83	31.21	27.33

2.postoperativer Tag

	<u>Ruhe</u>	<u>1.Min.</u>	<u>2.Min.</u>	<u>3.Min.</u>	<u>4.Min.</u>	<u>5.Min.</u>
Mittelwert	140.00	140.29	136.86	139.00	140.71	137.86
Standardabweichung	23.27	20.63	18.19	18.36	19.46	16.80

	<u>10.Min.</u>	<u>15.Min.</u>	<u>20.Min.</u>	<u>25.Min.</u>	<u>30.Min.</u>
Mittelwert	137.43	135.71	137.86	136.57	138.14
Standardabweichung	21.09	22.81	21.19	22.67	21.66

3.postoperativer Tag

	<u>Ruhe</u>	<u>1.Min.</u>	<u>2.Min.</u>	<u>3.Min.</u>	<u>4.Min.</u>	<u>5.Min.</u>
Mittelwert	140.00	141.00	142.00	145.00	145.00	145.00
Standardabweichung	30.00	24.08	28.85	26.46	25.98	26.93

	<u>10.Min.</u>	<u>15.Min.</u>	<u>20.Min.</u>	<u>25.Min.</u>	<u>30.Min.</u>
Mittelwert	144.00	146.00	142.00	147.00	142.00
Standardabweichung	29.03	34.53	28.42	28.20	19.24

Druck diastolisch nach Dusodril®

postoperative Messung

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	78.75	77.50	81.25	78.38	79.75	79.75
Standardabweichung	17.88	15.58	29.37	20.10	20.75	20.75

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	80.88	82.25	81.00	83.13	82.00
Standardabweichung	20.50	22.59	21.23	23.65	19.51

1.postoperativer Tag

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	77.10	77.10	76.30	76.80	73.70	75.00
Standardabweichung	13.87	10.84	11.06	14.25	12.21	11.79

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	77.50	75.60	73.50	74.90	73.70
Standardabweichung	16.37	11.07	12.70	11.47	11.98

2.postoperativer Tag

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	76.89	76.00	78.44	78.44	79.44	77.78
Standardabweichung	12.38	13.47	14.08	11.45	12.72	11.39

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	78.00	77.22	80.33	79.22	78.56
Standardabweichung	10.57	10.77	13.15	13.75	11.28

3.postoperativer Tag

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	90.00	97.50	97.50	95.00	92.50	92.50
Standardabweichung	14.14	17.68	17.68	21.21	24.75	24.75

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	90.00	90.00	95.00	90.00	90.00
Standardabweichung	14.14	14.14	21.21	14.14	14.14

Druck diastolisch nach Complamin®/Niconacid®

postoperative Messung

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	67.50	68.13	62.50	60.63	56.88	55.00
Standardabweichung	14.88	13.61	14.88	12.66	12.80	10.35

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	55.00	53.75	55.63	59.75	63.13
Standardabweichung	8.86	11.57	9.43	9.05	9.23

1.postoperativer Tag

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	64.50	66.50	65.50	63.60	62.00	60.50
Standardabweichung	9.56	7.47	10.39	7.86	8.23	6.43

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	62.50	62.50	61.50	62.50	62.50
Standardabweichung	8.25	8.58	7.47	6.35	7.17

2.postoperativer Tag

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	65.56	65.00	65.00	65.00	65.00	62.33
Standardabweichung	11.02	7.91	9.68	9.01	9.01	8.00

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	60.00	58.89	62.78	62.78	63.33
Standardabweichung	9.01	6.51	10.03	7.95	9.01

3.postoperativer Tag

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	69.17	69.17	65.00	65.83	61.67	62.50
Standardabweichung	12.01	12.01	8.37	9.17	7.53	7.58

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	64.17	64.17	65.00	65.52	66.67
Standardabweichung	10.21	11.14	8.94	9.37	10.80

Druck diastolisch nach Eupaverin®

postoperative Messung

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	80.56	82.78	84.00	80.56	81.56	82.00
Standardabweichung	15.50	20.93	21.19	19.44	18.74	15.64

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	81.33	81.44	82.22	81.67	80.33
Standardabweichung	16.58	19.20	20.48	20.31	18.26

1.postoperativer Tag

	<u>Ruhe</u>	<u>1.Min.</u>	<u>2.Min.</u>	<u>3.Min.</u>	<u>4.Min.</u>	<u>5.Min.</u>
Mittelwert	81.11	80.00	78.56	78.89	79.22	79.11
Standardabweichung	14.09	16.58	16.66	16.73	17.01	16.97

	<u>10.Min.</u>	<u>15.Min.</u>	<u>20.Min.</u>	<u>25.Min.</u>	<u>30.Min.</u>
Mittelwert	77.56	80.56	80.33	81.11	82.89
Standardabweichung	17.10	17.04	16.31	16.73	16.74

2.postoperativer Tag

	<u>Ruhe</u>	<u>1.Min.</u>	<u>2.Min.</u>	<u>3.Min.</u>	<u>4.Min.</u>	<u>5.Min.</u>
Mittelwert	78.57	79.00	76.43	75.71	75.71	75.43
Standardabweichung	4.76	6.08	4.76	5.35	5.35	5.74

	<u>10.Min.</u>	<u>15.Min.</u>	<u>20.Min.</u>	<u>25.Min.</u>	<u>30.Min.</u>
Mittelwert	74.00	72.57	72.57	72.86	77.29
Standardabweichung	6.35	7.16	5.88	4.88	3.86

3.postoperativer Tag

	<u>Ruhe</u>	<u>1.Min.</u>	<u>2.Min.</u>	<u>3.Min.</u>	<u>4.Min.</u>	<u>5.Min.</u>
Mittelwert	76.00	75.80	77.80	77.00	76.60	76.00
Standardabweichung	11.40	9.39	5.40	4.47	6.54	6.52

	<u>10.Min.</u>	<u>15.Min.</u>	<u>20.Min.</u>	<u>25.Min.</u>	<u>30.Min.</u>
Mittelwert	76.00	76.00	76.00	77.60	76.00
Standardabweichung	6.52	12.94	11.40	7.67	5.48

Herzfrequenz nach Dusodril®

postoperative Messung

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	86.67	90.33	87.83	88.33	89.00	91.00
Standardabweichung	12.24	10.07	11.21	12.29	13.61	14.95

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	90.33	88.83	90.00	88.00	89.00
Standardabweichung	14.72	13.45	12.92	12.51	15.38

1.postoperativer Tag

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	92.50	92.25	90.75	93.00	93.00	91.00
Standardabweichung	8.12	11.13	9.38	10.20	9.50	10.42

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	90.25	92.75	89.50	88.25	90.63
Standardabweichung	11.59	11.41	11.70	11.05	8.93

2.postoperativer Tag

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	95.14	96.14	93.14	104.29	87.57	91.43
Standardabweichung	15.54	9.17	8.55	40.62	8.44	6.19

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	90.57	90.86	92.57	90.86	90.71
Standardabweichung	5.50	6.41	8.14	5.52	6.70

3.postoperativer Tag

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	84.00	84.00	84.00	80.00	78.00	84.00
Standardabweichung	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	80.00	70.00	72.00	76.00	84.00
Standardabweichung	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Herzfrequenz nach Complamin®/Niconacid®

postoperative Messung

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	81.75	84.88	84.88	86.50	86.50	88.00
Standardabweichung	20.99	20.22	20.62	19.79	19.21	17.20

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	84.38	80.88	82.88	80.50	80.50
Standardabweichung	19.76	19.28	17.30	18.29	18.29

1.postoperativer Tag

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	84.89	86.67	89.78	87.11	86.56	87.78
Standardabweichung	14.15	14.46	11.81	11.14	11.35	11.45

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	88.00	86.89	84.56	85.78	82.67
Standardabweichung	11.45	11.79	13.61	10.84	9.11

2.postoperativer Tag

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	87.25	88.75	88.00	88.88	89.13	90.75
Standardabweichung	9.74	12.14	11.51	11.56	10.11	10.31

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	88.63	90.13	86.13	87.25	88.25
Standardabweichung	12.27	9.57	13.48	8.94	9.35

3.postoperativer Tag

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	80.33	82.67	82.67	83.00	82.00	82.67
Standardabweichung	6.25	7.00	6.53	6.90	9.38	8.64

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	84.17	83.50	84.67	81.33	82.00
Standardabweichung	5.38	5.86	7.76	6.53	5.51

Herzfrequenz nach Eupaverin®

postoperative Messung

	Ruhe	1.Min.	2.Min.	3.Min.	4.Min.	5.Min.
Mittelwert	92.67	91.50	93.33	92.00	92.00	90.33
Standardabweichung	16.86	18.78	17.60	19.06	19.06	19.78

	10.Min.	15.Min.	20.Min.	25.Min.	30.Min.
Mittelwert	89.67	89.67	90.67	90.50	91.33
Standardabweichung	17.55	16.66	18.70	18.87	18.49

1.postoperativer Tag

	<u>Ruhe</u>	<u>1.Min.</u>	<u>2.Min.</u>	<u>3.Min.</u>	<u>4.Min.</u>	<u>5.Min.</u>
Mittelwert	102.67	104.67	106.33	106.00	104.67	103.67
Standardabweichung	17.33	20.77	16.98	15.80	15.93	17.86

	<u>10.Min.</u>	<u>15.Min.</u>	<u>20.Min.</u>	<u>25.Min.</u>	<u>30.Min.</u>
Mittelwert	103.50	100.67	101.67	98.33	99.33
Standardabweichung	14.53	12.50	14.67	17.18	17.10

2.postoperativer Tag

	<u>Ruhe</u>	<u>1.Min.</u>	<u>2.Min.</u>	<u>3.Min.</u>	<u>4.Min.</u>	<u>5.Min.</u>
Mittelwert	99.71	100.86	100.00	97.43	96.57	97.14
Standardabweichung	14.72	14.60	11.37	12.26	12.69	12.10

	<u>10.Min.</u>	<u>15.Min.</u>	<u>20.Min.</u>	<u>25.Min.</u>	<u>30.Min.</u>
Mittelwert	97.57	96.29	96.14	95.00	96.29
Standardabweichung	13.01	10.98	12.12	12.50	13.78

3.postoperativer Tag

	<u>Ruhe</u>	<u>1.Min.</u>	<u>2.Min.</u>	<u>3.Min.</u>	<u>4.Min.</u>	<u>5.Min.</u>
Mittelwert	91.20	94.40	93.60	90.40	91.20	91.20
Standardabweichung	10.35	13.74	10.43	10.81	10.35	10.35

	<u>10.Min.</u>	<u>15.Min.</u>	<u>20.Min.</u>	<u>25.Min.</u>	<u>30.Min.</u>
Mittelwert	91.20	91.40	89.60	92.00	90.60
Standardabweichung	12.13	10.19	11.52	11.66	12.40

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Priv. Doz.
Dr. W. Sandmann für die freundliche Überlassung
des Themas und seine großzügige Unterstützung
bei der Durchführung der Arbeit.

Danken möchte ich auch Herrn Dr. med. H.J. Wüst
für seine bereitwillige Mithilfe bei einigen
Messungen.

Mein Dank gilt ebenfalls Herrn Dr. Th. Forst für
seine Beratung in statistischen Fragen.

Lebenslauf:

Am 22. Juli 1954 wurde ich als erstes Kind des
Gymnasiallehrers Heinz Ruf und dessen Ehefrau Kläre,
geb. Wallrafen in Niederkrüchten geboren.

Nach Besuch der katholischen Grundschule Dahlemerstrasse
von 1961 bis 1965 und des Hugo-Junkers-Gymnasiums in
Rheydt bestand ich 1973 das Abitur.

In Düsseldorf begann ich zum Wintersemester 1973/74
das Studium der Zahnmedizin. 1974 legte ich dort die
naturwissenschaftliche, 1976 die zahnärztliche Vor-
prüfung ab.

Nun befinde ich mich im 5.klinischen Semester und
möchte im Anschluß daran meine zahnärztliche Prüfung
ablegen.

